

KARAKTERISASI BAHAN FEROELEKTRIK BARIUM STRONTIUM TITANAT ($\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$) MENGGUNAKAN MIKROSKOP IMBASAN ELEKTRON (SEM)

Befriana Ayu Rizki*, Rahmi Dewi, Sugianto

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

*befrianaayurizkiunri@ymail.co.id

ABSTRACT

Ferroelectric of $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$ has been made from BaCO_3 (Barium Carbonat), SrCO_3 (Strontium Carbonat), and TiO_2 (Titanat Oksida) with variation of calcination temperatures of 600°C , 700°C , and 800°C . Ferroelectric product of $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$ was characterized by Scanning Electron Microscopy (SEM). Sizes of ferroelectric particle increased with sintering temperatures, as follow $1,67\mu\text{m}$, $2,27\mu\text{m}$, and $2,38\mu\text{m}$ for samples with high temperature of 600°C , 700°C and 800°C . Respectively then the density of particle decreased with temperature i.e $5,03 \times 10^{-4}\%$, $4,40 \times 10^{-4}\%$, and $1,52 \times 10^{-4}\%$. The average value of resistance increased with calcination temperature and sintering temperature of 400°C , 600°C , 700°C and 800°C i.e $6,716 \times 10^8 \Omega$, $6,740 \times 10^8 \Omega$, $6,754 \times 10^8 \Omega$ and $6,768 \times 10^8 \Omega$, as well as the value of the average resistivity increased with rise in calcination temperature and sintering temperature as follow $193,122 \times 10^8 \Omega\text{m}$, $194,884 \times 10^8 \Omega\text{m}$, $196,784 \times 10^8 \Omega\text{m}$, and $198,882 \times 10^8 \Omega\text{m}$. These were due to the effect of temperature on the arrangement of the material atoms. It was concluded then the resistivity of a material does not depend on its geometric shape but depend on the temperature of the material.

Keywords: $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$, Calcination, Sintering, *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan feroelektrik $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$ dari bahan BaCO_3 (Barium Karbonat), SrCO_3 (Strontium Karbonat) dan TiO_2 (Titanat Oksida) dengan menggunakan metode eksperimen reaksi padatan. Feroelektrik $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$ disintering pada suhu yang berbeda, yaitu 600°C , 700°C , dan 800°C . Hasil yang diperoleh adalah feroelektrik $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$ dan kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan Mikroskopi Imbasan Elektron (SEM), kemudian sampel ukuran butiran feroelektrik $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$ meningkat dengan kenaikan suhu sintering yaitu $1,67\mu\text{m}$, $2,27\mu\text{m}$ dan $2,38\mu\text{m}$ masing-masing pada sampel 600°C , 700°C , dan 800°C , sebaliknya nilai kerapatan butiran menurun dengan kenaikan suhu kalsinasi dan sintering yaitu $5,03 \times 10^{-4}\%$, $4,40 \times 10^{-4}\%$, dan $1,52 \times 10^{-4}\%$. Nilai tahanan rata-rata meningkat dengan suhu kalsinasi dan suhu sintering pada suhu 400°C , 600°C , 700°C , dan 800°C yaitu $6,716 \times 10^8 \Omega$, $6,740 \times 10^8 \Omega$, $6,754 \times 10^8 \Omega$, dan $6,768 \times 10^8 \Omega$, begitu pula dengan nilai

tahanan jenis rata-rata yang meningkat dengan kenaikan suhu kalsinasi yaitu $193,122 \times 10^8 \Omega m$, $194,884 \times 10^8 \Omega$, $196,784 \times 10^8 \Omega m$, dan $198,882 \times 10^8 \Omega m$. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh suhu terhadap susunan atom-atom bahan.. Tahanan jenis tidak bergantung pada bentuk geometri, tetapi bergantung dari suhu bahan tersebut.

Kata kunci: $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$, Kalsinasi, Sintering, Mikroskop Imbasan Elektron (SEM).

PENDAHULUAN

Material sudah ada sejak zaman dahulu, merupakan bagian dari integral suatu kultur dan peradaban manusia. Sifat-sifat material bergantung pada struktur integral (Van, 2004).

Kemajuan modernisasi dan perkembangan dunia sanis membuat material feroelektrik menjadi berkembang pesat. Sifat feroelektrik dapat digunakan untuk menyediakan piranti elektronika dan optoelektronik. Feroelektrik yang tersusun atas *perovskite* dapat digunakan untuk menggantikan memori CMOS pada aplikasi piranti elektronika, seperti *Ferroelectric Random Access Memories* (FRAM) dan *Dynamic Random Access Memory* (DRAM) sedangkan aplikasi piranti optoelektronik seperti sel surya, sensor warna dan *Thin Flim Emitting Diode* (TFLED) (Malago dkk, 2003). Fenomena terjadinya perubahan arah listrik tanpa adanya medan listrik luar secara spontanitas merupakan definisi dari feroelektrik (Aparna dkk, 2001).

Feroelektrik $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ disintesa dari bahan Barium Karbonat ($BaCO_3$), Strontium Karbonat ($SrCO_3$) dan Titanium Oksida (TiO_2) dengan menggunakan reaksi padatan pada nilai $x = 0,7$, $x = 0,3$ atau perbandingan 0.7:0.3:1 dan dikalsinasi pada suhu yang berbeda yaitu $600^\circ C$, $700^\circ C$ dan $800^\circ C$. Gambar mikro feroelektrik $Ba_{0,7}Sr_{0,3}TiO_3$ dapat diperoleh dengan

menggunakan Mikroskop Imbasan Elektron (SEM).

$Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ adalah material feroelektrik yang unggul karena memiliki sifat dielektrik yang tinggi, non volatile memori yang memanfaatkan sifat polarisasi (Polarizability) yang tinggi, sifat histeresis dengan sifat-sifat ini feroelektrik dapat dimanfaatkan sebagai sensor, akuator, dan memori (Hikam dkk, 2006).

Feroelektrik $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dengan pemberian dopan (doping) Strontium (Sr) akan memiliki sifat dielektrik yang tinggi (Vlack, 2004).

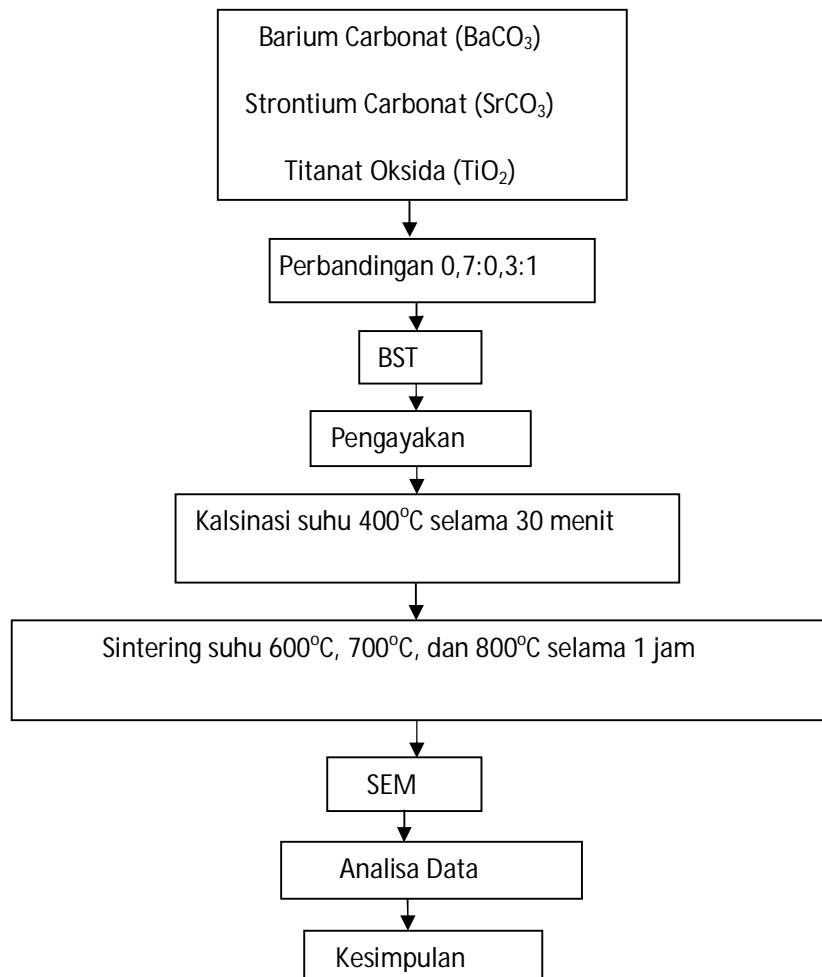
Feroelektrik adalah suatu bahan dielektrik nonlinear yang mempunyai sifat polarisasi spontan tanpa adanya gangguan dari medan listrik dari luar (E) (Xu, 1991). Polarisasi yang terjadi dari penerapan medan dikarenakan ketidaksimetrisan struktur kristal pada bahan material feroelektrik (Sayer, 1995). Selain sifat hysteresis, feroelektrik juga memiliki sifat piroelektrik dan piezoelektrik (Iriani, 2012).

Material feroelktrik memiliki struktur *perovskite* yaitu ABO_3 . Struktur *perovskite* ideal berbentuk kisi kubik sederhana. Material dielktrikum dipengaruhi oleh medan listrik luar, maka akan terjadi pergeseran muatan (terpolarisasi). Akibat dari pergesaran ini akan timbul dipol-dipol listrik (Hikam, 2006).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan langkah-langkah yang ditunjukkan oleh bagan alir sebagai berikut:

Bahan BST yang digunakan untuk mengkarakterisasi SEM adalah BaCO_3 , SrCO_3 dan TiO_2 . Reaksi padatan yang digunakan untuk menghasilkan $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$. Campuran BaCO_3 , SrCO_3 dan TiO_2 digiling didalam mortar agar campuran memiliki tingkat homogenitas yang tinggi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses sebelum kalsinasi ketiga sampel pada suhu 400°C selama 30 menit menggunakan furnace. Supaya

bahan pengotor dari luar tidak masuk kedalam furnace (Dewi dkk, 2007). Setelah itu buat pelet menggunakan

Hydraulic Press dengan tekanan 10 Ton. Kemudian dikalsinasi dengan suhu 600°C, 700°C dan 800°C selama 1 jam sehingga suhu kembali ke suhu kamar. Setelah itu sampel diambil didalam furnace. Sampel ini dalam keadaan kristal (Dewi dkk, 2007). Selanjutnya dapat dikarakterisasi dengan menggunakan mikroskop imbasan elektron (SEM).

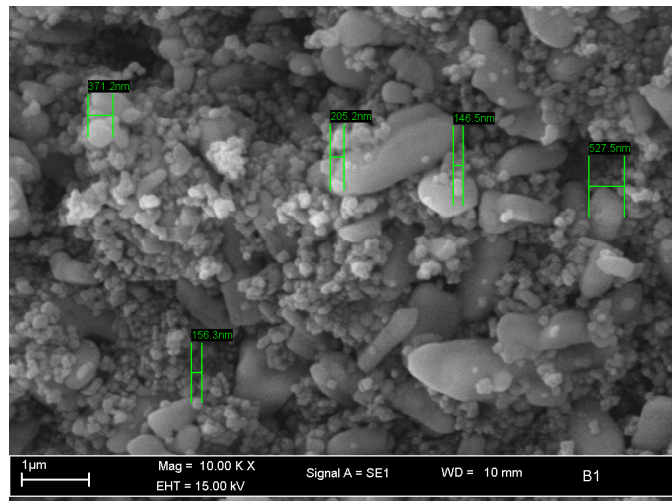
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Mikroskop Imbasan Elektron (SEM)

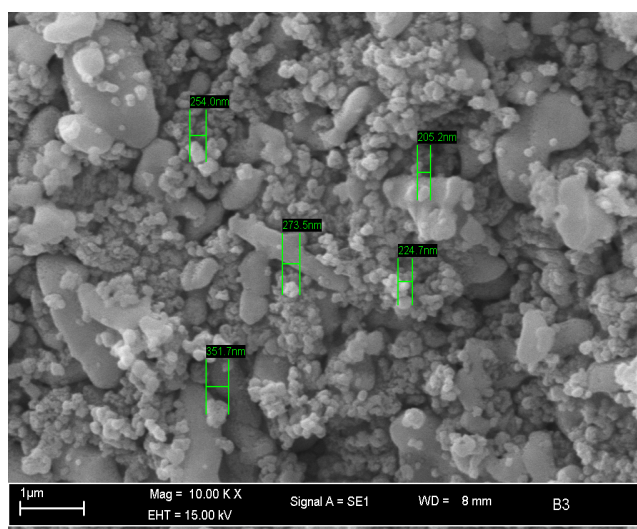
Hasil SEM memperlihatkan adanya pori-pori antar butir-butir kristal BST. Tujuan dari kalsinasi untuk susunan atom-atom sampel agar didapat bentuk partikel yang tidak homogen dan tersusun secara random dengan

porositas yang semakin besar serta untuk membentuk pertambahan butir serta dalam skala mikro.

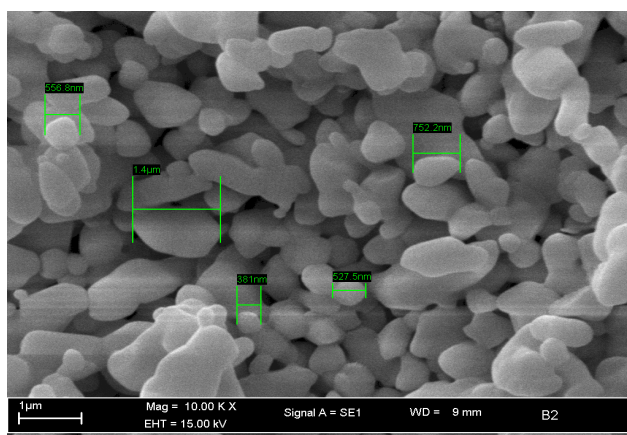
Ukuran rata-rata partikel adalah 1,67µm, 2,27µm, dan 2,38µm. Nilai kerapatannya adalah $5,30 \times 10^{-4}\%$, $4,40 \times 10^{-4}\%$ dan $1,52 \times 10^{-4}\%$ yang dikalsinasi pada suhu 600°C, 700°C dan 800°C selama 1 jam. Semakin tinggi suhu kalsinasi semakin besar ukuran rata-rata partikel, sebaliknya semakin tinggi suhu kalsinasi semakin rendah nilai kerapatannya. Hal ini disebabkan peningkatan suhu kalsinasi yang menyebabkan energi vibrasi termal menjadi lebih besar yang menyebabkan ukuran butiran semakin besar dan pemanasan suhu kalsinasi yang lebih tinggi menyebabkan ukuran rata-rata partikel semakin kecil. (Vlack, 2004 dan Steele, 1991).



Gambar 2. SEM pada suhu 600°C



Gambar 3. SEM pada Suhu 700°C



Gambar 4. SEM pada Suhu 800°C

b. Sinar X Energi Dispersif (EDX)

Komposisi dari bahan BST dapat dilihat pada Gambar 5 hingga 7 yang menunjukkan Barium Titanat dan Oksigen memiliki komposisi yang berbeda-beda dengan persen atomik dan persen berat. Pada suhu kalsinasi 600°C, 700°C dan 800°C presentase berat Oksigen adalah 29,39%, 27,56% dan 34,73%. Persen berat Titanat adalah 22,63%, 23,06% dan 15,20%. Presentase Strontium adalah 11,08%,

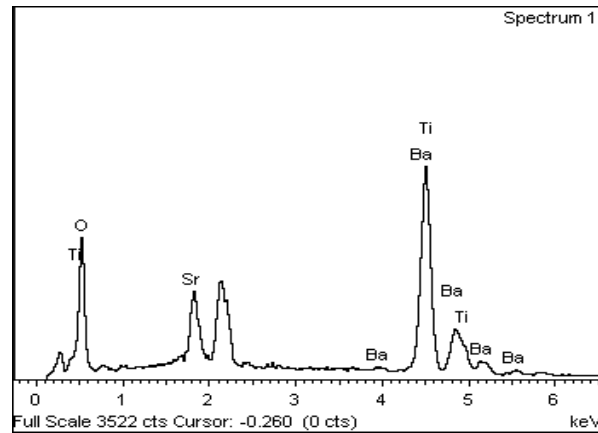
10,98% dan 30,98%. Presentase berat Barium adalah 36,90%, 38,41% dan 19,09%. Presentase atomik Oksigen ialah 65,92%, 66,03% dan 72,83%. Presentase atomik Titanat adalah 17,47%, 18,45% dan 10,65%. Presentase Strontium adalah 4,68%, 4,80% dan 11,86%. Presentase atomik Barium yaitu 9,94%, 10,72% dan 4,66%.

Menurut Zulpratama pada tahun 2013, setiap unsure memiliki massa atom relatif yang berbeda, hal ini

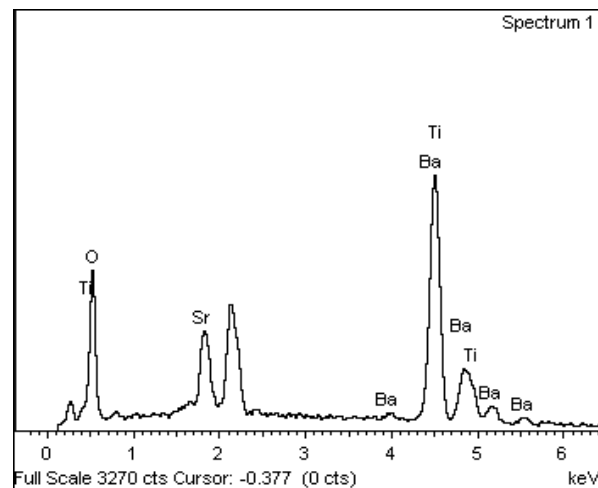
menyebabkan perbandingan antara jumlah persen atomic dan persen berat pada suhu kalsinasi 600°C, 700°C dan 800°C pada unsur O, Ti, Sr, dan Ba tidak sama (Zulpratama, 2013).

Terdapat puncak tertinggi untuk persen berat pada suhu kalsinasi 600°C adalah Barium, suhu 700°C adalah

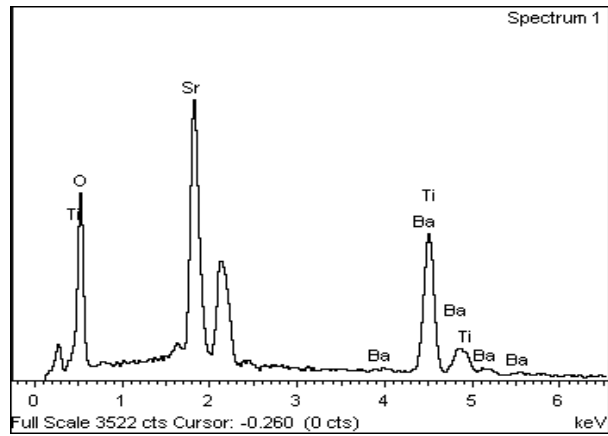
Barium dan suhu 800°C adalah Strontium, begitu juga untuk persen atomik.



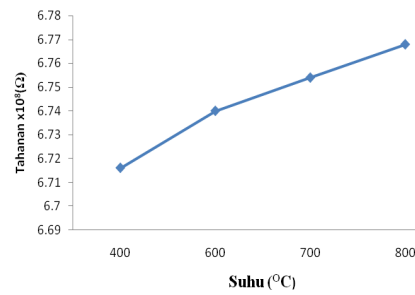
Gambar 5. EDX pada Suhu 600°C



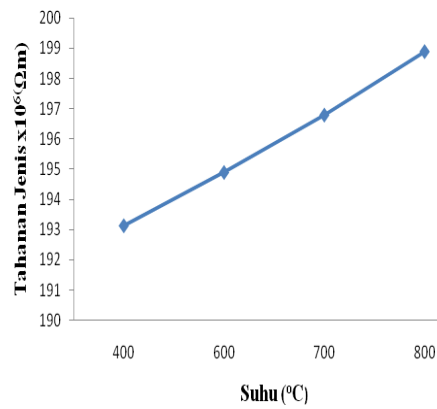
Gambar 6. EDX pada Suhu 700°C



Gambar 7. EDX pada Suhu 800°C



Gambar 8. Tahanan terhadap Suhu



Gambar 9. Tahanan Jenis terhadap Suhu

c. Sifat Fisika dan Sifat Listrik

Gambar 8 menunjukkan hubungan antara suhu terhadap tahanan, dimana semakin tinggi suhu semakin besar tahanannya. Suhu sangat mempengaruhi penghantar listrik, karena semakin tinggi suhu pada penghantar maka hambatan pada penghantar semakin besar. Hal ini disebabkan getaran-getaran elektron bebas dalam penghantar. Getaran elektron-elektron bebas inilah yang akan menghambat jalannya muatan listrik (arus listrik) dalam penghantar tersebut.

Gambar 9 grafik hubungan antara suhu dan tahanan jenis. Tahanan jenis suatu bahan penghantar dari jenis bahan tersebut dan suhu. Tahanan jenis suatu bahan mempunyai nilai yang sama dan tidak bergantung dari bentuk geometri, tetapi bergantung dari suhu bahan tersebut.

KESIMPULAN

Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi ukuran butiran rata-rata yaitu $1,67\ \mu\text{m}$, $2,27\ \mu\text{m}$, dan $2,38\ \mu\text{m}$. Semakin tinggi suhu maka semakin kecil nilai kerapatannya $5,03 \times 10^{-4}\%$, $4,40 \times 10^{-4}\%$, dan $1,52 \times 10^{-4}\%$. Karakteristik Mikroskop Imbasan Elektron (SEM) terdapat hasil Sinar X Energi Dispersif (EDX) yang menunjukkan adanya komposisi Barium (Ba), Strontium (Sr), Titanat (Ti) dan Oksigen (O). Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi nilai tahanannya. Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi tahanan jenis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aparna, MT. Bhimasankaram, S.V. Suryanarayana, G. Prasad, G. S. Kumar. 2001. Effect of Lanthanum Doping on Electrical and Electromechanical Properties of $\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$ Bull Mater Sci, Vol. 24 (5): 497-504.
- Dewi, R, Ibrahim, N. B dan Talib, I. A. 2007. The Effect of spin coating rate on manufacture, grain size, surface roughness, and thickness of $\text{Ba}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{TiO}_3$ thin film prepared by the sol-gel process. J. Material Science-Poland Vol.25 (3): 657-662.
- Hikam, M. Kusuma, P. W. Anggraini. 2006. Pengujian Sifat Feroelektrik Flim $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$ Doping Nb_2O_5 (BNST), Vol 6 (5): 211-216.
- Malago, J. D. Syamsu. Supriyanto, A. Arsyad. F. S. Wenas. W. W. Winata. T dan Barmawi, M. 1991. Procceding Indrustrial Electronic Seminar 1999 (IES 99), Jurnal Matematika dan Sains. Vol 9 (3): 100-110.
- Sayer, M dan Chivukus. 1995. Hand Book of Thin Flim Process Technology IOP Publishing Ltd.
- Steele, B. C. H. 1991. *Electronics Ceramics*. Elsevier Applied Science, London and Newyork.
- Van, V .L. H. 2004. *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Terjemahan Djaprie. Penerbit Erlangga: Jakarta.

- Vlack. L. H. V. 2004. *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Terjemahan Djaprie. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Xu, Y. 1991. *Ferroelectric Material and Them Applications* North-Holland Netherland.
- Yofentina, I, Jamaludin., S. Lanny. 2012. Analisa Pengaruh Variasi Dopan Lantanum pada Lapisan Tipis Barium Strontium Titanat terhadap Struktur Kristal. Vol 9 (2): 170-175.
- Zulpratama, D. 2013. Pengaruh Suhu Annealing Terhadap Microstruktur Bahan Barium Titanat (BaTiO_3) Menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Skripsi. Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau.Pekanbaru.